

SCHIAVONI
SULLO STUDIO DI MAREE





1973

$$\text{and } \{ \frac{1}{2}, \frac{1}{2} \} \in \mathcal{C}_1$$

RELAZIONE
INTORNO ALLO STUDIO DI MAREE

COMPIUTO SUL LITTORALE DI NAPOLI

PER

DEDURRE IL LIVELLO MEDIO DEL MARE

DEL

PROF. F. SCHIAVONI



NAPOLI
TIPOGRAFIA DELL'UNIONE
Strada Solitaria, 34
1867

L'Accademia Pontaniana, cui questa relazione fu letta, diè formale incarico all'autore di manifestare al Municipio ed al Consiglio Direttivo della Pianta della Città il voto di essa, che lo studio delle maree nel golfo di Napoli sia proseguito senza interruzione per varii anni, almeno in un luogo solo. E l'autore soddisfacendo all'incarico ricevuto, si augura che il voto dell'illustre Consesso sia esaudito.

§ 1. La rete geodetica dispiegata sulla Città di Napoli per stabilirvi sopra la levata topografica chiesta dal Municipio, muoveva, quanto a livellazione, dall'altezza assoluta dell'Ufficio Topografico (*vertex del tetto mobile*). Però sebbene questo elemento fosse esatto; pure per lo naturo stessa della livellazione geodetica, le altezze de' punti lontani dall'origine dovevano indispensabilmente essere affette da errori; e ciò il Consiglio direttivo della Pianta di Napoli non poteva accettare, avuto riguardo al principio cui esso informavasi, di avere cioè un piano quotato della nostra Città esatto quanto si poteva. Laonde il Consiglio, affin di non deviare dal suo proposito, facultato dal Regolamento del 10 Maggio 1854, disponeva:

1.° Che lungo la costa della Città, da Mergellina sino a' Granili, fosse fatto uno studio di maree, per dedurne il livello medio delle acque con precisione;

2.° Che tale studio fosse eseguito, parte nelle sue sigize estive, cioè nell'inizio del lavoro; e parte nelle invernali corrispondenti: o ciò per aver prontamente, nella prima parte, una superficie di rapporto abbastanza prossima al vero; nel tutto, un risultato preciso, tenendo ragione del livello delle acque nelle due stagioni estremo.

3.° Che le esperienze fossero eseguite contemporaneamente in 5 luoghi diversi, cioè a Mergellina, all'Aquoforata, al Molo, al Carmine, ed ai Granili; per procurare molti punti esattissimi di base, e per verificare i punti trigonometrici ad essi luoghi vicini. (Vedi tav. I.)

4.° Che fosse stabilito, in vicinanza di ciascun luogo di osservazione, un punto fisso cui riferire gli studi di maree ed il livello delle acque.

5.^o Cho venissero collegati i 5 punti fissi con una livellazione assai diligente, nello scopo di dedurre rispetto ad una linea il livello del mare medio fisso.

6.^o Finalmente esso Consiglio dispose, ebo muovendo da ciascuno de' 5 punti indicati, fosse diramata nell'interno della Città una rete di livellazione topografica, la quale offerisse almeno 1 punto in ogni kil. quad., da servire di base alla quotazione di esso.

Tali in breve furono i propositi cui s' ispirò il Consiglio, che dirige la pianta di Napoli, nell'attivare gli studi di cui è argomento. Intanto non sarà inutile discorrere de' mezzi che vennero adoperati, affinchè il concetto si traducesse in fatto.

§ 2. Per procedere direttamente verso lo scopo, uno de' necessarii provvedimenti fu quello di apprestare i 5 flussometri, che bisognavano alla contemporaneità dello studio. Essi furon tutti costrutti alla stessa foggia, come è indicato nella tav. II, dove lo strumento vedesi nella sua parte inferiore sezionato. Ciascun flussometro è precipuamente costituito da un tubo di ramo *aa'* *nn'*, il quale ha il diametro di 0^m,655, e l'altezza di 3^m,0.

Talo tubo, che costa di 3 pezzi *ab*, *bf*, *fa* formati insieme a fodera di bionetta, ha nella base sua un diaframma *k* con piccolo foro centrale, ed un altro simile diaframma *k*, 1^o al disopra dalla base.

Nell'interno del tubo, e propriamente alla parte superiore del diaframma *k*, vedesi un galleggiante *d*, che è un cilindro di rame vuoto a sottilissime pareti, alto 0^m,22, ed avete quasi il diametro interno del tubo. Esso galleggiante sostiene un'asta *ll*, la quale all'estremità superiore è fornita di un indice e di un piccolo disco del diametro interno del tubo, il quale guida l'asta affinchè questa salga e scenda verticalmente.

Nella parte *ab* del tubo menzionato v'ha una fenditura longitudinale *gl* graduata in millimetri, la quale rappresenta la scala dove l'indice *g* salendo o scendendo misura i sollevamenti ed abbassamenti del galleggiante.

Affin di concepire l'effetto dello strumento in azione, suppongasi che il flussometro, mercè un paleo come vedesi nella figura, sia stabilito verticalmente e con convenienza in mare profondo. Egli avverrà che l'acqua del mare, più calma verso basso di quel che essa è alla superficie, entrerà pel foro *c* nella prima camera del tubo, acquistando più calma; o poi, passando pel foro *k*, entrerà nella seconda camera, dove diventerà anche più tranquilla: ed in tal condizione essa sollevrà il galleggiante *d*, il quale andrà segnando coll'indice *g* numeri diversi sulla scala *gl* a seconda del procedimento della marea; e tutto ciò avrà luogo con oscillazione così piccola da divenirne possibile la lettura.

§ 3. Dopochè i flussometri furono costrutti e sperimentati, si stabilirono ne' 5 luoghi suddetti i punti fissi, cui le osservazioni ed il livello medio del mare dovevan riferirsi.

Ciascun punto fisso è segnato su di una lapide in marmo di forma cubica avente il lato di 0^m,4, la quale fu incastrata tutta nel muro più vicino

al punto trigonometrico. Nel mezzo della faccia visibile di essa lapide avvi un chiodo di ramo a testa perduta (fig. 1. tav. I.), il quale nel centro della testa circolare ha un puntino *p* rappresentando il punto fisso; o v'ha la seguente scrittura.

Punto cui è riferito il livello del mare ¹.

§ 4. Preparato tutto ciò che si è indicato, e messi in sito i 5 flussometri per mezzo di convenienti palchi stabiliti a mare alquanto distanti dalla sponda dove l'acqua è meno agitata; furono distribuiti i 40 Ingegneri aiutanti della pianta di Napoli in 5 sezioni di due ognuna; affinchè ogni coppia con economia partizione di lavoro avesse eseguito no' siti prescritti le osservazioni di marca, che cadevano nella sizio del 23 Giugno 1865; o si dettero loro le seguenti istruzioni:

1.^o Di eseguire lo studio della marea contemporaneamente mercè l'accordo degli orologi; e di farlo cominciando 30^o dopo il passaggio della luna pel meridiano nel dì sizio.

2.^o Di studiare l'intero periodo, cioè per circa 25^h, eseguendo le osservazioni ogni quarto d'ora col ripetere ciascuna 4 volte, ed accorciando il periodo sino a 5 minuti vicino ai punti di flesso.

3.^o Di collegare mercè livellazione il 0 del flussometro al punto fisso, affin di riferire a questo le osservazioni ed il livello medio ².

Su tali basi furono eseguite le osservazioni sizigiali de' giorni 23 Giugno e 8 Luglio 1865, le quali vennero riferite a' punti trigonometrici, la cui depressione rispetto a' punti fissi era nota: o quando esso osservazioni furon terminata, si esegui una diligente livellazione, nell'intendimento di riferir tutto ad un asse unico, che temporaneamente fu la linea orizzontale menata sul 0 del flussometro o Mergellina.

§ 5. Il procedimento della levata reclamava intanto solleciti risultamenti; epperò il Consiglio senza frapporre tempo dispose, che fossero costrutte graficamente ed a grande scala le curve delle due suddette maree osservate in tutti e cinque i punti, e riferite ad un asse unico di ascisse: o le tavole III, IV, V, le quali sono all' $\frac{1}{2}$ del vero, ci chiariscono di tutto. Imperocchè la III offre la

¹ Sul punto *p* vedesi un numero, il quale indica l'altezza di esso punto sul livello medio del mare. Questo numero è stato segnato dopo aver completato gli studi, ed è vario secondo le diverse lapidi.

² Il Consiglio non stimò conveniente di dare istruzioni per determinare l'influenza della pressione barometrica sul cambiamento del livello marino; dappoichè la lunga esperienza di tal genere eseguite nel nostro golfo dal Ch. Prof. Nobilio, manifestano sì piccola e variabile tale influenza, da essere molto difficile sceverarla da quella de' venti. D'altronde siffatto studio avrebbe chiesto tempo lunghissimo, ed avrebbe monato molto lungi dallo scopo prefisso.

marea del 23 Giugno; la IV quella del 8 Luglio, o la V ci presenta la marea media dedotta da tuttadue. Ed affinché in esse tavole sia tutto intelligibile, diremo:

1.^a Che la linea orizzontale delle ascisse è quella menata pel 0 del flussometro a Mergellina.

2.^a Che le ascisse sono uguali intervalli arbitrarii rappresentanti i tempi delle osservazioni; e le ordinate esprimono le altezze corrispondenti osservate; e tali ordinate congiunte insieme costituiscono la linea poligona di marea.

3.^a Che nelle tavole III e IV le 5 linee 1, 2, 3, 4, 5 indicano per ordine le maree osservate contemporaneamente nelle 5 stazioni diverse procedendo da Mergellina verso i Granili.

4.^a Che nella tav. V la linea poligona GG indica la marea media di 5 del 23 Giugno; l'altra LL quella dell'8 Luglio, e quella frapposta tra esse due esprime la marea media finale. Da questa poi si è dedotta la curva compensata che è quella che dà il livello medio.

Intanto fa d'uopo avvertire che il 0 di ciascun flussometro in ogni osservazione fu riferito al punto trigonometrico più prossimo; che tutti e cinque i punti trigonometrici furon legati mercò livellazione; e che all'asse di ascissa unico menato pel 0 del flussometro a Mergellina si stimò conveniente sostituire l'altro condotto pel punto trigonometrico Uguro (saglia) ed indicato con A.

Premesso ciò, riferendo tutto al 0 del flussometro a Mergellina, dalla misura grafica si ha

1. ^a Bassa marea media di Giugno e Luglio.	0 ^m ,343
2. ^a Bassa marea idem	0 ,288
Bassa marea media generale	0 ,316
Alta marea intermedia.	0 ,622
Livello medio	0 ,469
Distanza tra lo 0 e la linea d'immersione del galleggiante .	1 ,082
Differenza	0 ,613
Posizione media dello 0 rispetto all'asse A nelle due osservazioni	2 ,465
Depressione del livello medio rispetto ad A.	2 ,778

§ 6. Ottenuto tale risultamento si diramò una livellazione nell'interno della Città, dalla quale si dedussero le quote, se non rigorose, almeno bastevoli per la loro precisione al tracciamento delle curve orizzontali determinanti la configurazione del terreno.

Non si vollero intanto registrare sulle lapidi le altezze de' punti fissi sul livello delle acque, quali risultavano dalle due osservazioni anzidetto; poichè si aveva in mira di eseguire le corrispondenti osservazioni invernali, e di dedurre col calcolo di compensazione un risultamento più esatto. Ora tutto ciò è stato fatto, e noi qui vogliamo tracciare a brevi tratti le norme seguite nel calcolo suddetto.

§ 7. La marea è un fenomeno periodico, il quale si riproduce in condizioni quasi identiche dopo lo spazio di circa 24^h.50^m. Secondo la formola generale de' fenomeni periodici esposta da Bessel nel n° 136 delle *Astronomische*

Nachrichten è assai propria nello studio di una marea a correggero le osservazioni dagli errori accidentali, sottoponendole a compensazione.

Ecco frattanto la formola indicata

$$y = p + p' \cos z + q' \sin z + p'' \cos 2z + q'' \sin 2z + \text{ec.} \quad (1)$$

ove y esprime l'altezza corretta che si cerca; z l'ora corrispondente ridotta in gradi della circonferenza chiusa dal periodo;

p', p'', q', q'' sono quantità di cui i valori più prossimi al vero vengono determinati dalle seguenti relazioni

$$\left. \begin{aligned} p &= \frac{1}{n} [a + a' + a'' + \dots a^{(n-1)}] \\ p' &= \frac{2}{n} [a + a' \cos z + a'' \sin 2z + \dots a^{(n-1)} \cos (n-1)z] \\ q' &= \frac{2}{n} [a + a' \sin z + a'' \sin 2z + \dots a^{(n-1)} \sin (n-1)z] \\ p'' &= \frac{2}{n} [a + a' \cos 2z + a'' \cos 4z + \dots a^{(n-1)} \cos (n-1)2z] \\ q'' &= \frac{2}{n} [a + a' \sin 2z + a'' \sin 4z + \dots a^{(n-1)} \sin (n-1)2z] \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

e qui a, a' ec. esprimono le altezze osservate corrispondenti agli archi $z, 2z$, ec.; ed n indica il numero delle volte che l'arco z è contenuto in 360° .

§ 8. È intanto necessario di fare alcuni chiarimenti intorno alle suddette formole prima di porle in applicazione. Epperò notiamo che:

a) Ritenuto che il periodo di una marea sia prossimamente di $24^h.50^m$, e stabilitosi l'intervallo di 15^m , può farsi $n=100$, $z=3^\circ.36'$.

b) Conosciute le a , lo z , si ottengono i valori di p, p', q', p'', q'' , per mezzo delle (2): i quali valori introdotti nella (1) offrono l'equazione della curva.

c) Nell'equazione della curva ponendo i successivi valori di z , si deducano le diverse y , che sono le altezze corrette.

Riservandoci di far vedere in seguito come si cerchino i punti di flesso della curva di marea, applichiamo i principii accennati alle operazioni eseguite a Mergollina nella sizigo del 23 Giugno 1868.

La tav. VI contiene le osservazioni originali, e la preparazione degli elementi necessari al calcolo di p, p', q', \dots : essa offre,

Nella 1.^a colonna le ore delle osservazioni in tempo medio;

Nella 2.^a le altezze corrispondenti, o lo a sul 0 del flussometro;

Nella 3.^a i logaritmi dello a ;

Nella 4.^a gli archi $z, 2z, \dots (n-1)z$ contati dall'istante della prima osservazione: e tali archi sono rispettivamente $3^\circ.36'; 7^\circ.12', \dots 356^\circ.24'$.

Nella 5.^a i log de' coseni corrispondenti agli archi suddetti;

Nella 6.^a i log de' seni de' medesimi archi.

Da questo quadro con procedimento, che torna semplice quando si serba ordine e si pone attenzione a' cambiamenti di segni de' seni e coseni, si deducono i valori seguenti;

$$p = +0,4899; p' = +0,0368; q' = +0,0296; p'' = +0,1551; q'' = -0,0246;$$

i quali valori introdotti nella (1) offrono l'espressione qui appresso

$$y = 0,4899 + 0,0368 \cos z + 0,0296 \sin z + 0,1551 \cos 2z - 0,0246 \sin 2z \dots \quad (3)$$

che è l'equazione della curva.

E se alle z si sostituiscono i valori $3^{\circ}.36'$; $1^{\circ}.12'$ ec., si avranno i corrispondenti valori di y , che sono le altezze compensate z, z' ec., risultanti dal calcolo. Le quali altezze son registrate nella tav. VII, ove son poste a parallelo delle altezze osservate.

§ 9. Fa d'uopo intanto dilucidare un fatto.

Noi abbiamo adoperato la formola (1) fermandoci al termine della serie, il quale ha per coefficiente q' , ed abbiám trascurato i termini seguenti. Ora il criterio che ci ha servito di norma nel fare ciò, lo ha offerto la formola dello stesso Bessel

$$[ss] - npp - \frac{n}{2} p' p' - \frac{n}{2} q' q' - \frac{n}{2} p'' p'' - \frac{n}{2} q'' q''; \quad (4)$$

la quale, quando il numero de' termini adottati è sufficiente, deve offrire un valore poco differente da 0: e ciò nel caso nostro ha avuto luogo.

§ 10. Fa d'uopo intanto ricercare i punti di flesso della curva di marea; e cominceremo dall'espore i principii generali.

$$\text{Nella (1) si faccia } p' \cos z + q' \sin z = A \sin(B + z), \quad (5)$$

dove A e B oprimono quantità da determinarsi, e si sviluppi $\sin(B + z)$: ci si avrà

$$p' \cos z + q' \sin z = A \sin B \cos z + A \cos B \sin z; \quad (6)$$

e quindi sarà

$$A = \frac{p'}{\sin B} = \frac{q'}{\cos B}$$

$$\left. \begin{aligned} \text{dove si deduce} \quad \tan B &= \frac{p'}{q'} \\ A &= \frac{p'}{\sin B} \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

e queste formole offrono i valori di B e di A in relazione alle quantità note q', p' .

Analogamente col fare

$$p'' \cos 2z + q'' \sin 2z = A' \sin(B' + 2z) \quad (8)$$

$$\left. \begin{aligned} \text{si otterranno le formole} \quad \tan B' &= \frac{p''}{q''} \\ A' &= \frac{p''}{\sin B'} \end{aligned} \right\} \quad (9)$$

le quali daranno B' ed A' in relazione alle grandezze note p' , q' .

Che se nella (4) a $p' \cos z + q' \sin z$ si sostituisce il valore $A \sin(B+z)$ preso dalla (5); e a $p' \cos 2z + q' \sin 2z$ si sostituisce il valore $A' \sin(B'+2z)$ preso dalla (8); si avrà l'equazione

$$y = p + A \sin(B+z) + A' \sin(B'+2z);$$

la quale considerando che A , B , A' , B' e p son quantità note, può mettersi sotto la forma più conveniente

$$y = a + b \sin(\alpha + z) + c \sin(\beta + 2z); \quad (10)$$

Or questa differenziata nella considerazione che z è la variabile della funzione y , darà

$$\frac{dy}{dz} = b \cos(\alpha + z) + 2c \cos(\beta + 2z);$$

e posto $\frac{dy}{dz} = 0$, si avrà

$$b \cos(\alpha + z) + 2c \cos(\beta + 2z) = 0; \quad (11)$$

la quale ci offrirà le condizioni de' massimi e de' minimi della marea.

Per potero intanto risolvere tale equazione, dedurremo dalle osservazioni corrette l'arco z , corrispondente al massimo apparente, il quale arco è solamente approssimato; e faremo $z = z_1 + \theta$, essendo θ la correzione da determinarsi. A tal modo la (11), sostituendo a z , $z_1 + \theta$ diviene

$$b \cos(\alpha + z_1 + \theta) + 2c \cos(\beta + 2z_1 + 2\theta) = 0;$$

dove fatto $\alpha + z_1 = C$, $\beta + 2z_1 = D$, si avrà

$$b \cos(C + \theta) + 2c \cos(D + 2\theta) = 0.$$

E se in questa si svolgono i coseni nella considerazione che θ è quantità piccolissima, avremo

$$b \cos C + \theta. b \sin C + 2c \cos D + \theta. 4c \sin D = 0;$$

dalla quale si ricava

$$\theta = - \frac{b \cos C + 2c \cos D}{b \sin C + 4c \sin D}$$

La quale equazione ricostituita co' simboli primitivi diviene

$$\theta = - \frac{A \cos(B + z_1) + 2A' \cos(B' + 2z_1)}{A \sin(B + z_1) + 4A' \sin(B' + 2z_1)}; \quad (12)$$

a ci offre la correzione θ in relazione a quantità note.

§ 11. Vogliamo ora applicare le considerazioni precedenti alla marea del 23 Giugno 1865 osservata a Mergellina.

Da' valori noti $p' = 0,0368$, $q' = 0,0290$, si deducono $B = 54^\circ.11'.20''$, $A = 0,0472$; parimente da' valori $p' = 0,1551$, $q' = -0,0246$ si ottengono $B' = 99^\circ.00'.46''$,

$A' = 0,1569$. Intanto l'ora prossima della prima bassa marea è $4^h.15^m$, cui corrisponde l'arco $\alpha_1 = 90^{\circ}.00'$; se dunque i precedenti valori si sostituiscono nella (12), si avrà $\theta = -1^{\circ}.12'.14''$, cui corrisponde il tempo $-0^h.05^m$. Laonde se da $4^h.15^m$ si sottrae $0^h.05^m$, si avrà l'ora esatta della prima bassa marea, che sarà $4^h.10^m$; e l'arco corrispondente a tale ora sarà $88^{\circ}.47'.46''$. Che se quest'arco s'introduce nella (1), si avrà l'ordinata della prima bassa marea, che sarà $0^m,3640$.

Con analogo ragionamento si deducono i tre altri punti di flesso della curva di cui è argomento, i quali riuniti al primo son registrati nel seguente specchietto:

Tempo e luogo di osservazione	Maree	Ora	Ordinate rispetto al 0 ed al fuso metro	Ordinate rispetto all'asse A	Osservazioni
Sizige del 23 giugno 1865 a Mergellina	1 ^a bassa	4 ^h .10 ^m .00 ^s	0 ^m ,3640	1 ^m ,8040	Il 0 del fuso metro in questa osservazione era depresso rispetto ad A per 2 ^m ,160.
	1 ^a alta	9.58.42	0,6134	4,5516	
	2 ^a bassa	4.13.49	0,2095	4,8655	
	2 ^a alta	10.52.55	0,6822	4,4828	

§ 12. Ciò, che si è detto sulle osservazioni riguardanti la sizige del 23 giugno eseguite a Mergellina, vale per le altre eseguite contemporaneamente all'Acquaferata, al Molo, al Carmine o a' Granili. Però la livellazione topografica compiuta tra quattro punti stabili prossimi ai luoghi indicati, ci dà il destro di riferirle tutto al medesimo asse A: ciò che tornerà utile per stabilire un parallelo tra le osservazioni fatte nello stesso giorno ne' 5 luoghi diversi, e per dedurre un risultamento medio.

Su tale principio è costituito il quadro I.^o che vedesi nella tav. VII, il quale riassume i risultamenti degli studi contemporanei di maree eseguiti nelle 5 stazioni nel tempo delle due sizige estive o delle corrispondenti invernali.

§ 13. Prima di procedere oltre intendiamo di chiarire alcuni fatti, che sono i seguenti:

1.^o Dal quadro precedente in generale si desume che in ciascuna osservazione le ore de' massimi e de' minimi ne' 5 luoghi si discostano tra loro di poco, tenuta ragione che gli orologi non eran cronometri. Però nel dì 24 giugno nella stazione Molo le ore anzidette divergono alquanto dalle altre. Ma noi siamo indotti ad attribuire ciò puramente ad errore di orologio; o tanto più siamo inclinevoli a supporlo, in quanto che nelle altre sizige la divergenza non si manifesta mai sì grande nè in questa, nè in altre stazioni.

2.^o Il Consiglio prevedendo che ne' luoghi molto esposti come Mergel-

lina, Carmine e Graniti, i pelchi de' flussometri avrebbero nell'inverno subito burrasche; determinò che in ciascuna delle indicate stazioni si fosse scavato un pozzetto vicinissimo al mare, e quivi si fossero eseguite le osservazioni di marea. Però il risultamento non rispose all'aspettazione; dappoichè la costretta circolazione delle acque, e la diminuita densità di questo generò divergenze tanto sensibili ne' tempi o nelle altezze, che le osservazioni eseguite nelle tre indicate stazioni nella sizige del 18 Dicembre dovettero rigettarsi. Però nello altre osservazioni posteriori si costrussero ne' detti luoghi i soliti pelchi, o per fortuna il tempo fu propizio. Per questa ragione nel quadro generale figurano in dicembre solo le osservazioni all'Acquaferata ed al Molo.

3.^a Tenuto conto che l'asse A cui son riferito le maree, giace al di sopra della curva, è utile notare che in tutte le osservazioni la più grande delle due marée è la seconda, che è quella corrispondente proprio alla sizige. E quando noi per cercare il livello medio adoperiamo la prima, perchè chiusa tra due basse maree contigue, non incorriamo in errore. Di fatto se l'alta marea sizigia è più elevata della precedente, le basse circostanti sono di altrettanto depresse, ed il livello medio rimane lo stesso. Non pertanto dobbiam confessare che il nostro intendimento fu di chiudere in mezzo la marea massima; ma si cadde in un errore, nel quale si stimò di continuare per non alterare il sistema delle osservazioni.

4.^a Dal quadro precedente si deducono le conseguenze qui indicate:

a) Che nel di medesimo, posto in relazione le altezze e i tempi de' punti di flesso delle 5 diverse stazioni, si ha un procedimento assai regolare nelle loro differenze; e posto in paragone le altezze e i tempi de' punti di flesso, che si verificano nella stazione stessa, si vede che esse sono leggermente crescenti, talmente che la semisomma delle differenze estreme è quasi uguale alla media.

b) Che la massa d'acqua producente l'alta marea, salvo piccole differenze, si presenta nel contempo in tutti e cinque le stazioni, e non procede successivamente lambendo la costa.

c) Che nel Golfo di Napoli le maree impiegano quasi uguale tempo per discendere e per salire.

§ 14. Dal quadro 1.^o registrato nella tav. VIII ricaviamo poi il quadro 2.^o segnato nella tavola stessa, il quale ci facciamo a rischiare.

In esso quadro nelle 4 ultime colonne sono registrati i medii de' 5 valori dello alto o basso marea ottenuti nelle 4 diverse sizige; e nella 1.^a colonna è scritto il significato de' numeri messi sulla stessa orizzontale.

Fa d'uopo indicare che in questo quadro sono scritti separatamente il medio della 1.^a e 2.^a osservazione, e quello della 3.^a o 4.^a; ed in fine il medio generale. Ora si è stimato far ciò per le due ragioni seguenti:

1.^a per comparare le osservazioni estive ottenute mercè il calcolo rigoroso, con quelle ottenute nella stessa stagione pel mezzo grafico.

2.^a per avere un paragone tra i due livelli; cioè l'estivo e l'invernale. Deriva poi dall'accennato quadro

- a) che la differenza media tra l'alta e bassa marea è $0^m,304$;
- b) che nel inverno sono più grandi le differenze tra le alte e basse maree corrispondenti;
- c) che dopo i solstizii la differenza tra l'alta e bassa marea è maggiore di quella che si mostra prima de' solstizii;
- d) che il livello medio del solstizio estivo è più alto dell'invernale di $0^m,404$ ¹;
- e) che la differenza fra il livello medio rigoroso e quello dedotto graficamente è $0^m,006$; quindi la quotazione della Città non subisce cambiamento.
- f) che il livello medio generale è $2^m,8342$ al di sotto della soglia Ungaro o asse A.

§ 15. Affin di ottenere le altezze nel livello del mare de' punti fissi stabiliti nelle 5 stazioni, è necessario far chiaro che la livellazione di collegamento de' 5 punti trigonometrici ha dato rispetto all'asse A.

¹ Il Professore Nobile, in una Memoria su' mutamenti del livello del mare ec. inserita negli atti dell'Accademia delle Scienze di Napoli, deduce da molte osservazioni di maree, che il livello estivo del mare è più basso dell'invernale per $0^m,157$. Tale risultamento è in contraddizione col nostro; ma noi non intendiamo muovere alcun dubbio su di esso. Però non possiamo fare a meno d'invitar gli Scienziati, affinché vogliano chiarirci se v'abbia una legge costante, generale, che stabilisca una relazione tra i livelli del mare nelle due stagioni. E diciamo ciò; dappoichè rileviamo che l'Illustre Generale Dasyer nella livellazione della Prussia, trova, mediante 9 anni di osservazione, che il livello del Baltico nella stagione invernale è più basso per $3p^u,3$ di quel che si mostra nell'altra stagione.

Ora ciò sembraci razionale in quel luogo, ed anche più nel Mediterraneo; di fatti egli è vero che quivi nell'està, l'evaporazione è maggiore e la pioggia è minore; ma è pur vero che in essa stagione i fiumi per lo accoglimento dalle nevi, almeno per un certo tempo, recano maggior tributo di acqua al mare, o che la temperia del mare sino ad un certo livello è più elevata. Nè quest'ultima ipotesi è arbitrario; dappoichè havvi due cause che concorrono al fenomeno, una è diretta, cioè l'azione più energica de' raggi solari; l'altra è indiretta, cioè l'evaporazione più attiva, la quale come è costato, richiama le correnti più calde dall'Oceano in sostituzione delle perdite avvenute. Ora che una maggiore temperia possa avere un influxo significativo nel Mediterraneo, dove l'effetto enunciato resta in qualche modo permanente, si può agevolmente vedere, immaginando che caso nella stagione attiva dalla superficie sino a 50^m di profondità acquisti non più che 4° R di maggior temperatura; che allora, conceduto all'acqua il coefficiente $0,0006$ per 4° R, si avrà il livello del mare sollevato in età per $0^m,12$. Qualunque però sia il valore di tali nostre congetture, attendiamo senza preavvisione su tale argomento di essere illuminati.

Casa Ungaro	Acqua Ferrata	Molo	Carmine	Graniti
0 ^m	5 ^m ,0210	2 ^m ,1390	—0 ^m ,4580	0 ^m ,3320

e che le altezze de' punti fissi, rispetto a' corrispondenti punti trigonometrici, sono

Casa Ungaro	Acqua Ferrata	Molo	Carmine	Graniti
2 ^m ,6870	—2 ^m ,6840	0 ^m ,0350	1 ^m ,6610	1 ^m ,5000

Quindi da questi elementi, e dal livello medio 2^m,8342 riferito all'asse A si ottiene lo specchio seguente:

	Ungaro	Acqua Ferr.	Molo	Carmine	Graniti
Punto trigon.* riferito all'asse A	0 ^m	5 ^m ,0210	2 ^m ,1390	—0 ^m ,4580	0 ^m ,3320
Livello medio del mare riferito all'asse A	2 .8342	2 .8342	2 .8342	2 .8342	2 .8342
Punto trigo.* riferito al livello medio	2 .8342	7 .8552	4 .9732	2 .6762	3 .4662
Punto fisso sul trigonometrico	2 .6870	—2 .6840	0 .0350	1 .6610	1 .5000
Punto fisso sul livello medio del mare	5 .5212	5 .4712	5 .0082	4 .3372	4 .7362

da cui appariscono le altezze de' 5 punti fissi sul livello medio del mare, le quali sono state già segnate sulle lapidi.

§ 16. Comunque gli studi di maree da noi eseguiti non sieno molto numerosi, puro affin di ritrarre da essi ogni possibile vantaggio, vogliam procedere alla ricerca dell'unità di altezza, e dello *Stabilimento del Porto*.

Egli è noto che l'unità di altezza è la metà della marea totale equinoziale, quando la luna è a media distanza dalla terra. Ora si chiami *a* tale unità, e indichi *A* la metà della marea totale osservata in una sizige qualunque; *a* sarà data dalla relazione seguente

$$a = \frac{A}{2} \quad (13)$$

dove z è data dalla conosciuta formola di Laplace

$$z = C i^2 \cos^2 D + C' p^2 \cos^2 D' \quad (14)$$

nella quale $C = 9,38987$, $C' = 9,26454$; i è l'unità divisa pel raggio vettore della terra; p è la parallasse orizzontale della luna; D la declinazione del sole, D' quella della luna. Giova intanto notare che il valore di z non è necessario dedurlo dalla (14); dappoichè esso si trova registrato nella *Connaissance des Temps* a pag. 392 per ciascuna sergie dell'anno.

Ciò posto per le nostre 4 osservazioni di maree si può costituire il seguente specchio

	23 Giugno	18 Luglio	18 Dicembre	1° Gen. 1866	a media
$A =$	$0^m,1397$	$0^m,1536$	$0^m,1764$	$0^m,1625$	
$z =$	$0,89$	$0,80$	$0,83$	$0,95$	$0^m,176$
$e =$	$0,157$	$0,199$	$0,176$	$0,171$	

dove nell'ultima colonna è registrata l'unità di altezza media, la quale offre la quantità $0^m,352$, differenza media tra l'alta e bassa marea del nostro Golfo, quando non avesse luogo l'attrazione lunisolare.

§ 17. Rispetto al calcolo dello Stabilimento del Porto ricorderemo la conosciuta formola

$$S = M - (L + C); \quad (15)$$

nella quale S indica lo Stabilimento del Porto; M l'ora dell'alta marea; L l'ora del passaggio più prossimo della luna pel meridiano superiore od inferiore del luogo, e C una correzione data dalla tavola di Bernulli: e tal correzione deriva dalla parallasse lunare e dal passaggio della luna pel meridiano: Applicando questi principii allo Stabilimento del 24 e 25 Giugno 1865, si hanno i dati ed i risultamenti qui appresso

GIUGNO 1865

	di 24	di 25
$M =$	$9^h,30^m,5$	$10^h,54^m,0$
$L =$	$4^h,03^m$	$4^h,29^m$
$p =$	$57'.15'',5$	$56'.55'',5$
$C =$	$-16^m,6$	$-25^m,4$
$S =$	$9^h,13^m,0$	$9^h,50^m,0$

$$S \text{ medio} = 9^h,31^m,5.$$

Ragionando per tutti i giorni allo stesso modo, coll'avvertenza di consi-

derare L il passaggio più prossimo al meridiano superiore o inferiore; si hanno per le osservazioni di Giugno, Luglio, Dicembre e Gennaio i 4 valori medii seguenti

Giugno . .	9°.31",5
Luglio . .	9 .19 ,6
Dicembre. .	9 .00 ,0
Gennaio . .	9 .18 ,2
S medio =	9 .17 ,8

Però notiamo che noi a siffatto risulamento non attacchiamo grande importanza; dappoichè il numero delle osservazioni è troppo limitato per poter garantire questo elemento.

§ 18. Trovandosi a versare su di tale argomento stimiamo cosa utile di dire una parola intorno agli studii di marca eseguiti nel 1841 dal Professore Nobile a S. Lucia e propriamente nell'Albergo di Roma, il quale anticamente aveva una peschiera comunicante col mare.

Il Consiglio direttivo della pianta di Napoli, apprezzando gli studii fatti da questo chiaro uomo, dispose che si fosse collegato il punto fisso del suddetto Professore, a quei fatti stabilire per gli studii nostri. Però il punto Nobile, che era il pavimento della gran sala dell'Albergo, aveva subito modificazioni; la peschiera era sparita, e notevoli innovazioni avevan fatto ombriare la faccia del luogo. Per queste ragioni non è tornato possibile paragonare l'altezza sul mare del punto fisso Nobile con quelli del Consiglio. Però se il paragone indicato non ha potuto aver luogo, havvene altri che han potuto eseguirsi, o questi son registrati nel seguente specchietto, dove N indica i risulamenti del Nobile, C quelli del Consiglio

	Differenza media tra l'alta e bassa marea	Diff.	Unità di altezza	Diff.	Stabilito mento del porto	Diff.
N	0 ^m .378		0 ^m .180		9°.23"	
C	0 ^m .352	0 ^m .026	0 .176	0 ^m .013	9 .18	5"

I quali risulamenti, tenuta ragione delle contingenze che possono influire sulle acque del mare, debbono considerarsi tra loro a sufficienza vicini.

Nel porre termine a questa scrittura facciamo lodi agli Ingegneri aiutanti della pianta di Napoli, i quali hanno eseguito e calcolato con ogni diligenza le osservazioni delle maree indicate. Dobbiam però fare elogi speciali all'Ingegnere aiutante signor Adolfo Giambarba, il quale nelle osservazioni di maree, nella livellazione e calcoli ad esse relativi, ha avuto parte importantissima, ed ha seguito le tracce segnategli dal Consiglio, o preparato gli elementi di questa relazione con tanta lucidezza da superare ogni desiderio.



Tab. II

1871









Ore	a
10 ^h .00 ^m	0 ^m .704
15	0 .716
30	0 .700
45	0 .683
11.00	0 .676
15	0 .676
30	0 .642
45	0 .633
12.00	0 .611
15	0 .595
30	0 .593
45	0 .554
1.00	0 .524
15	0 .488
30	0 .461
45	0 .457
2.00	0 .439
15	0 .405
30	0 .404
45	0 .403
3.00	0 .387
15	0 .374
30	0 .366
45	0 .357
4.00	0 .360



Ore	Alt. Co
10 ⁰⁰ ^m	0 ⁰⁰ .6818
15	0 .6793
30	0 .6744
45	0 .6667
11 .00	0 .6569
15	0 .6459
30	0 .6311
45	0 .6157
12 .00	0 .5989
15	0 .5899
30	0 .5699
45	0 .5492
14 .00	0 .5292
15	0 .5092
30	0 .4829
45	0 .4649
2 .00	0 .4469
15	0 .4299
30	0 .4149
45	0 .4009
3 .00	0 .3899
15	0 .3789
30	0 .3719
45	0 .3609
4 .00	0 .3549



14 delle
cassette

Stazioni

14
14

Mergellina.
Acqua Fer.
Porto Milit.
Carmine . .
Granili . . .

14
14

Mergellina.
Acqua Fer.
Porto Milit.
Carmine . .
Granili . . .

14
14

Mergellina.
Acqua Fer.
Porto Milit.
Carmine . .
Granili . . .

14
14

Mergellina.
Acqua Fer.
Porto Milit.
Carmine . .
Granili . . .



